

(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 904 881 A1

(12)

# DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
31.03.1999 Bulletin 1999/13

(51) Int Cl.<sup>6</sup> B23K 1/00

(21) Numéro de dépôt: 98402289.7

(22) Date de dépôt: 17.09.1998

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 18.09.1997 FR 9711624

(71) Demandeur: SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET  
DE  
CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION,  
"S.N.E.C.M.A."  
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:  
• Clement, Jean-François Didier  
91330 Yerres (FR)  
• Ferte, Jean-Pierre  
91100 Corbeil Essonnes (FR)

(54) Procédé d'assemblage ou de rechargement par brasage-diffusion de pièces en aluminium de titane

(57) Un procédé d'assemblage par brasage-diffusion de pièces en aluminium de titane comporte les étapes suivantes :

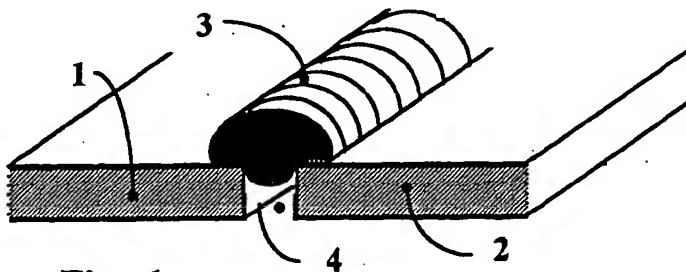
(a) réalisation d'un mélange homogène d'une poudre A en aluminium de titane, à 40% à 90% en poids et d'une poudre B en alliage de titane ou de cuivre, à 10 à 60% en poids, B mouillant chimiquement A et ayant une température de fusion nettement inférieure ;

(b) formation d'une pâte par ajout d'un liant organique ;

(c) dépôt de la pâte à l'aplomb du jeu d'assemblage ;

(d) chauffage en four sous vide, entre 1000°C et 1300°C pendant quelques minutes à 6 heures.

Le procédé est applicable à la réparation et au rechargement de pièces en aluminium de titane.



**Fig : 1**

EP 0 904 881 A1

## Description

[0001] La présente invention concerne un procédé d'assemblage par brasage-diffusion de pièces en matériau intermétallique du type aluminure de titane. Le procédé est également utilisable en réparation ou pour effectuer un rechargement de pièce.

[0002] Divers matériaux intermétalliques ont été développés présentant des propriétés intéressantes et des avantages d'utilisation pour certaines applications particulières, notamment dans le domaine aéronautique, par rapport aux alliages et superalliages métalliques classiques. On trouve notamment parmi ces composés des aluminures de titane de type TiAl ou Ti<sub>3</sub>Al particulièrement visés par la présente invention. Ces matériaux sont mis en forme par fonderie ou par forgeage. US 4 294 615 décrit par exemple un matériau TiAl de ce type. Ces matériaux peuvent en outre comporter divers éléments d'apport en fonction des applications recherchées tels que Nb, Mo, Si, Zr, V, Ta etc.

[0003] Toutefois l'assemblage des pièces obtenues présente des difficultés particulières actuellement insuffisamment résolues. En effet, les techniques d'assemblage connues et appliquées aux matériaux classiques, alliages et superalliages métalliques, se révèlent mal adaptées à ces nouveaux matériaux intermétalliques. Notamment, les procédés d'assemblage avec fusion, avec ou sans métal d'apport, du type soudage par faisceau d'énergie, faisceau d'électrons ou faisceau laser ou à l'arc électrique par procédé TIG ou à plasma ont l'inconvénient de modifier profondément la structure métallurgique du matériau, ce qui entraîne des difficultés particulières d'utilisation dans des matériaux fragiles que sont les composés intermétalliques. Ainsi sur des pièces en aluminure de titane des problèmes de fissuration sont couramment observés du fait des contraintes thermiques élevées développées lors de la mise en oeuvre de ces procédés classiques et aussi de la faible ductilité des matériaux. D'autres procédés comme le soudage-diffusion et le soudage par friction prévoient de réaliser l'assemblage à l'état solide. Toutefois, le soudage-diffusion nécessite des surfaces d'accostage possédant une qualité géométrique parfaite et un contrôle très contraignant des conditions de propreté et de cycle thermique. Le soudage par friction demande des qualités rhéologiques particulières et se prête mal à un certain nombre de configurations d'assemblage.

[0004] Des essais au stade de laboratoire ont montré qu'un assemblage de pièces en aluminure de titane par brasage-diffusion évitait les problèmes de fissuration du fait de la non génération de contraintes thermiques lors de sa mise en oeuvre. Les métaux d'apport utilisés dans ce cas le sont classiquement lors de l'assemblage de pièces en alliages de titane et sont par exemple du type Cu, TiCu, TiNi, ou TiCu à 15% et Ni à 15%. Mais ce procédé utilisé dans ces conditions connues impose des limitations strictes pour assurer une qualité acceptable des résultats. En effet, le jeu d'assemblage est limité à

0,1 - 0,2 mm. L'application d'une pression d'assemblage est souvent requise. En outre, des rechargements de surface d'épaisseur significative ne peuvent pas être envisagés.

5 [0005] Un des buts de l'invention est d'obtenir un procédé d'assemblage ou de rechargement par brasage-diffusion de pièces en aluminure de titane ne présentant par les inconvénients des procédés connus antérieurs et assurant un standard suffisant de qualité notamment tel qu'il est requis dans le domaine aéronautique.

10 [0006] Un procédé d'assemblage par brasage-diffusion de pièces en aluminure de titane répondant à ces conditions comporte les étapes suivantes :

15 a) réalisation d'un mélange homogène de poudres A et B, la poudre A constituée d'un alliage d'aluminure de titane représentant une proportion en poids de 40% à 90% du total et la poudre B constituée d'un alliage à base de titane ou de cuivre, fondant à une température nettement inférieure à la température de début de fusion de la poudre A, capable de mouiller chimiquement la poudre A et représentant une proportion en poids de 10 à 60% du total, lesdites proportions de poudres A et B étant déterminées en fonction des paramètres de la mise en oeuvre du procédé, température et granulométrie des poudres ;

20 b) réalisation d'un pâte par mélange d'un liant organique, connu en soi dans les techniques de brasage, du mélange de poudres obtenu à l'étape précédente (a) ;

25 c) dépôt de la pâte à l'aplomb du jeu d'assemblage des pièces ;

30 d) chauffage de l'ensemble obtenu à l'étape précédente (c) dans un four sous vide, à une température comprise entre 1000°C et 1300°C pendant une durée comprise entre quelques minutes et 6 heures.

35 [0007] La réalisation d'une réparation de pièce en aluminure de titane est effectuée en suivant les étapes (a), (b) et (d) identiques au procédé décrit ci-dessus et à l'étape intermédiaire (c), la pâte obtenue est déposée à l'aplomb de la fissure sur la pièce à réparer.

40 [0008] De même, le rechargement d'au moins une surface d'une pièce en aluminure de titane est également effectué en suivant les étapes (a), (b) et (d) identiques au procédé décrit ci-dessus et à l'étape intermédiaire (c), la pâte est déposée sur la surface de pièce à recharger.

45 [0009] Une méthode alternative de rechargement peut être réalisée à partir de compacts autobrasables. La réalisation de ces derniers commence par l'étape (a) décrite précédemment, le mélange est ensuite placé dans un moule inerte chimiquement. L'étape (d) est en-

suite réalisée avec une durée réduite à quelques minutes pour éviter la diffusion complète des éléments de la poudre B dans celle de la poudre A. Le compact garde une capacité de brasage et peut être utilisé pour recharger une surface.

**[0010]** Ce mode de réalisation de compacts autobrasables permet si l'étape (d) est réalisée complètement de réaliser des formes denses.

**[0011]** Avantagusement, dans certaines applications, on choisit une poudre A de composition en pourcentages atomiques Al 46 à 50, Cr2, Nb2 et le reste Ti et une poudre B de composition en pourcentages pondéraux Cu15, Ni15 et le reste Ti ou une poudre B de composition en pourcentages pondéraux Ti30 et le reste Cu.

**[0012]** Pour d'autres applications, on choisit une poudre A de composition en pourcentages atomiques Al 46 à 50, Mn 2, Nb2 et le reste Ti et une poudre B de composition en pourcentages pondéraux Cu15, Ni15 et le reste Ti ou une poudre B de composition en pourcentages pondéraux Ti30 et le reste Cu.

**[0013]** En fonction des applications, la granulométrie déterminée des poudres A et B utilisées est soit inférieure à 63µm, soit inférieure à 150µm.

**[0014]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à l'aide de la description ci-après de quelques exemples d'application sur pièces en aluminium de titane du procédé de brasage-diffusion selon l'invention, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue schématique en perspective d'un joint < bord à bord > préparé en vue de l'assemblage de pièces en aluminium de titane suivant un mode de réalisation du procédé conforme à l'invention ;
- la figure 2 représente le joint de la figure 1 après assemblage ;
- les figures 3 et 4 représentent des vues similaires à celles des figures 1 et 2 d'un joint à clin ;
- la figure 5 représente une vue schématique partielle en coupe d'un sommet d'aube rechargé suivant un procédé conforme à l'invention ;
- la figure 6 représente la pièce de la figure 5 après rechargement ;
- la figure 7 montre une microphotographie de structure obtenue après le rechargement représenté sur les figures 5 et 6 ;
- les figures 8 et 9 représentent des vues similaires à celles des figures 5 et 6 montrant la réparation d'un défaut local sur une pièce suivant un procédé conforme à l'invention ;

- les figures 10 et 11 représentent des vues schématiques en coupe montrant le procédé de réalisation d'un élément compact en aluminium de titane conforme à l'invention ;

- les figures 12 et 13 représentent des vues schématiques en coupe montrant un exemple de réalisation du procédé de rechargement de pièce à partir d'un compact autobrasable conforme à l'invention.

#### EXEMPLE 1

**[0015]** Dans cette première application du procédé conforme à l'invention, il s'agit d'assembler bord à bord deux pièces en aluminium de titane dont l'épaisseur dans l'exemple réalisé est comprise entre 2 et 6 mm. La composition du matériau en pourcentages atomiques comprend Al48, Cr2, Nb2 et le reste Ti.

**[0016]** Dans la première étape (a) du procédé, on réalise un mélange homogène de poudres A et B dans une proportion en poids 50-50. La poudre A est de composition identique aux pièces à assembler, comprenant en pourcentages atomiques Al48, Cr2, Nb2 et le reste Ti. La poudre B a une composition en pourcentages pondéraux de Cu15, Ni15 et le reste Ti. La granulométrie des poudres A et B est inférieure à 63µm.

**[0017]** A l'étape suivante (b), on réalise une pâte par mélange de la poudre à un liant organique, connu en soi dans les techniques de brasage. A l'étape suivante (c), comme schématiquement représenté sur la figure 1, la pâte 3 est déposée à l'aplomb du jeu d'assemblage 4 entre les pièces 1 et 2 en aluminium de titane disposées bord à bord. De manière connue en soi, avant dépôt de la pâte, les pièces 1 et 2 à assembler sont rendues solidaires par la mise en place de billes en titane soudées par résistance. Dans cet exemple, la pâte est déposée à l'aide d'une seringue et la quantité déposée est d'environ 2 à 4 fois le volume du jeu d'assemblage. Seule une limite pratique est fixée au jeu d'assemblage qui varie dans l'exemple de réalisation entre 0 et 0,5 mm.

**[0018]** A l'étape suivante (d), l'ensemble obtenu est chauffé dans un four sous vide à 1260°C pendant quatre heures. On obtient un remplissage complet du joint d'assemblage des pièces 1 et 2 tel qu'indiqué en 5 sur la figure 2. La température de chauffage est déterminée pour être à la fois supérieure à la température de fusion de la poudre B et inférieure à la température de fusion de la poudre A. Durant le maintien en température, le mélange déposé 3 se densifie sous l'effet des forces de capillarité et simultanément mouille les surfaces des pièces 1 et 2 à assembler, de manière à obtenir une liaison métallurgique satisfaisante par brasage-diffusion avec lesdites pièces.

**[0019]** Le jeu 4 représenté sur la figure 1 peut également correspondre à une fissure sur toute l'épaisseur d'une pièce endommagée, telle qu'une virole en aluminium de titane qui, dans l'exemple de réalisation, a une

épaisseur comprise entre 2 et 6 mm et présente une composition en pourcentages atomiques de Al48, Cr2, Nb2 et le reste Ti. Dans ce cas, les étapes du procédé précédemment décrites correspondent à un procédé de réparation d'une pièce en aluminium de titane par brasage-diffusion.

[0020] L'assemblage réalisé peut également être à clin entre deux pièces 6 et 7 en aluminium de titane, tel que schématiquement représenté sur les figures 3 et 4. Dans ce cas, les étapes du procédé conforme à l'invention précédemment décrites sont suivies à l'identique et à l'étape (c), la pâte 8 est déposée dans l'angle de l'assemblage et comme précédemment, après chauffage au four sous vide, un cordon 9 assure la liaison métallurgique entre les pièces 6 et 7.

#### EXEMPLE 2

[0021] Dans cette application du procédé conforme à l'invention, il s'agit de recharger une surface d'une pièce en aluminium de titane. Dans l'exemple réalisé, la pièce 10 schématiquement représentée sur les figures 5 et 6 est une aube de turbomachine de composition en pourcentages atomiques de Al48, Cr2, Nb2 et le reste Ti.

[0022] Dans la première étape (a) du procédé on réalise un mélange homogène d'une poudre A de composition identique à la pièce 10, comprenant en pourcentages atomiques Al48, Cr2, Nb2 et le reste Ti et d'une poudre B de composition en pourcentages pondéraux du Cu15, Ni15 et le reste Ti. La granulométrie des poudres inférieure à 63µm. Le mélange est réalisé en proportions pondérales de 60% de poudre A et 40% de poudre B.

[0023] A l'étape suivante (b), on réalise une pâte par mélange de la poudre à un liant organique, connu en soi dans les techniques de brasage.

[0024] A l'étape suivante (c), comme schématiquement représenté sur la figure 5, la pâte est déposée sur le sommet à recharger de l'aube 10, à l'aide d'une seringue, en plusieurs fois, de manière à obtenir un dépôt 11, d'épaisseur d'environ 3 mm, débordant largement sur les parois de l'aube 10.

[0025] A l'étape suivante (d), l'ensemble est chauffé dans un four sous vide à 1260°C pendant quatre heures. Une densification complète du mélange est obtenue ainsi qu'une liaison métallurgique du dépôt 12 avec le substrat constitué par la pièce 10, tel que schématiquement représenté sur la figure 6. La figure 7 montre la microstructure métallurgique obtenue. Enfin, un usinage final approprié permet d'obtenir un ragréage du sommet de l'aube 10.

[0026] En variante, à l'étape (c), le dépôt peut être effectué en utilisant d'autres moyens, tels que par projection au chalumeau à plasma ou en associant une alimentation de poudre et un faisceau à haute énergie tel que laser.

[0027] Le rechargement de surface d'une pièce en aluminium de titane tel qu'il vient d'être décrit peut être

effectué sur une pièce neuve en cours de fabrication ou, comme dans l'exemple de l'aube 10 décrit en référence aux figures 5 et 6 où la surface rechargée peut être le sommet usé de l'aube, le rechargement peut être effectué sur une pièce usagée. Le rechargement peut également être appliqué dans le cas d'une réparation d'une surface présentant un défaut de forme, comme dans l'exemple représenté sur les figures 8 et 9. Après un dépôt de pâte 13 sur la pièce 14, une réparation est obtenue en 15 et à nouveau terminée par un ragréage de surface.

#### EXEMPLE 3

[0028] Dans cette application du procédé conforme à l'invention, il s'agit de réaliser un élément compact de forme déterminée en aluminium de titane. Comme précédemment décrit dans les exemples 1 et 2, dans la première étape (a) on réalise un mélange homogène de poudres A et B dans une proportion en poids de 60% en poudre A et 40% en poudre B. La poudre A a une composition en pourcentages pondéraux de Cu15, Ni15 et le reste Ti. La poudre B a une composition en pourcentages atomiques de Al48, Cr2, Nb2 et le reste Ti. La granulométrie des poudres A et B est inférieure à 63µm.

[0029] A l'étape suivante (b), comme schématiquement représenté sur la figure 10, on met en place le mélange 15 de poudres obtenu à l'étape précédente (a) dans un moule 16 en alumine dont la forme en creux est semblable à la forme externe de l'élément compact à obtenir mais de taille supérieure avec une homothétie d'environ 110%.

[0030] A l'étape suivante (c) l'ensemble obtenu à l'étape précédente (b) est chauffé en four sous vide à 1260°C pendant quatre heures.

[0031] Dans tous les cas, le matériau du moule 16 est déterminé chimiquement inerte vis à vis du matériau en aluminium de titane. A l'étape (c) une température de chauffage plus élevée permet d'obtenir une densification maximale et dans ce cas, l'élément compact 17 obtenu peut constituer une pièce finie de forme en aluminium de titane.

[0032] Pour d'autres applications, à l'étape (c) une température de chauffage est déterminée sensiblement inférieure à la température de densification complète. Cette opération conduit, parallèlement à une densification élevée mais incomplète, à un rétreint du volume conduisant à un élément compact 17 de forme sensiblement homothétique à celle du moule 16, comme représenté sur la figure 11. Dans ce cas, l'élément compact 17 obtenu conserve une capacité résiduelle à se braser sur une surface de pièce en aluminium de titane lorsqu'il sera porté à la température de densification complète. L'élément compact 17 peut ainsi être utilisé comme élément fritté autobrasable. Les figures 12 et 13 illustrent ainsi un exemple schématique de rechargement d'une pièce 18 à partir d'un élément fritté autobrasable 19. L'élément fritté 19, de dimensions adaptées à

la surface à recharger, est déposé à la surface de la pièce 18 neuve ou usagée à recharger puis l'élément fritté 19 est solidarisé à la pièce 18 par un ou plusieurs points de soudage par résistance. L'ensemble est ensuite porté dans un four sous vide à la température de densification complète, allant de 1000°C à 1300°C suivant la composition déterminée du mélange fritté. On obtient ainsi, en plus du complément de densification, une liaison métallurgique entre l'élément fritté 20 et la pièce 18. La durée de maintien à température varie de quelques minutes à plusieurs heures suivant la composition déterminée du mélange et le niveau d'homogénéisation chimique désiré. Un usinage final adapté à la fonction de la pièce 18 permet l'ajustage du rechargement.

## Revendications

1. Procédé d'assemblage par brasage-diffusion de pièces en aluminium de titane comportant les étapes suivantes :

(a) réalisation d'un mélange homogène de poudres A et B, la poudre A constituée d'un alliage d'aluminium de titane représentant une proportion en poids de 40% à 90% du total et la poudre B constituée d'un alliage à base de titane ou de cuivre, fondant à une température nettement inférieure à la température de début de fusion de la poudre A, capable de mouiller chimiquement la poudre A et représentant une proportion en poids de 10 à 60% du total, lesdites proportions de poudres A et B étant déterminées en fonction des paramètres de la mise en oeuvre du procédé, température et granulométries des poudres ;

(b) réalisation d'une pâte par mélange d'un liant organique, connu en soi dans les techniques de brasage, du mélange de poudres obtenu à l'étape précédente (a) ;

(c) dépôt de la pâte à l'aplomb du jeu d'assemblage des pièces ;

(d) chauffage de l'ensemble obtenu à l'étape précédente (c) dans un four sous vide à une température comprise entre 1000°C et 1300°C, pendant une durée comprise entre quelques minutes et 6 heures.

2. Procédé de réparation par brasage-diffusion d'une pièce en aluminium de titane comportant les étapes suivantes :

(a) réalisation d'un mélange homogène de poudres A et B, la poudre A constituée d'un alliage d'aluminium de titane représentant une propor-

tion en poids de 40% à 90% du total et la poudre B constituée d'un alliage à base de titane ou de cuivre, fondant à une température nettement inférieure à la température de début de fusion de la poudre A, capable de mouiller chimiquement la poudre A et représentant une proportion en poids de 10 à 60% du total, lesdites proportions de poudres A et B étant déterminées en fonction des paramètres de la mise en oeuvre du procédé, température et granulométries des poudres ;

(b) réalisation d'une pâte par mélange d'un liant organique, connu en soi dans les techniques de brasage, au mélange de poudres obtenu à l'étape précédente (a) ;

(c) dépôt de la pâte à l'aplomb de la fissure sur la pièce à réparer ;

(d) chauffage de l'ensemble obtenu à l'étape précédente (c) dans un four sous vide, à une température comprise entre 1000°C et 1300°C, pendant une durée comprise entre quelques minutes et 6 heures.

3. Procédé de rechargement d'au moins une surface de pièce en aluminium de titane comportant les étapes suivantes :

(a) réalisation d'un mélange homogène de poudres A et B, la poudre A constituée d'un alliage d'aluminium de titane représentant une proportion en poids de 40% à 90% du total et la poudre B constituée d'un alliage à base de titane ou de cuivre, fondant à une température nettement inférieure à la température de début de fusion de la poudre A, capable de mouiller chimiquement la poudre A et représentant une proportion en poids de 10 à 60% du total, lesdites proportions de poudres A et B étant déterminées en fonction des paramètres de la mise en oeuvre du procédé, température et granulométries des poudres ;

(b) réalisation d'une pâte par mélange d'un liant organique, connu en soi dans les techniques de brasage, du mélange de poudres obtenu à l'étape précédente (a) ;

(c) dépôt de la pâte sur la surface de pièce à recharger ;

(d) chauffage de l'ensemble obtenu à l'étape précédente (c) dans un four sous vide à une température comprise entre 1000°C et 1300°C, pendant une durée comprise entre quelques minutes et 6 heures.

4. Procédé de rechargement d'au moins une surface de pièce en aluminure de titane selon la revendication 3 caractérisé en ce que à l'étape (c), le dépôt de la pâte est effectué au moyen d'une seringue.
5. Procédé de rechargement d'au moins une surface de pièce en aluminure de titane selon la revendication 3 caractérisé en ce que à l'étape (c), le dépôt de la pâte est effectué par projection au chalumeau à plasma.
6. Procédé de rechargement d'au moins une surface de pièce en aluminure de titane selon la revendication 3 caractérisé en ce que à l'étape (c), le dépôt de la pâte est effectué par projection au moyen d'une alimentation de poudre assistée d'un faisceau à haute énergie tel que laser.
7. Procédé de réalisation d'un élément compact à forme déterminée en aluminure de titane comportant les étapes suivantes :
  - (a) réalisation d'un mélange homogène de poudres A et B, la poudre A constituée d'un alliage d'aluminure de titane représentant une proportion en poids de 40% à 90% du total et la poudre B constituée d'un alliage à base de titane ou de cuivre, fondant à une température nettement inférieure à la température de début de fusion de la poudre A, capable de mouiller chimiquement la poudre A et représentant une proportion en poids de 10 à 60% du total, lesdites proportions de poudres A et B étant déterminées en fonction des paramètres de la mise en oeuvre du procédé, température et granulométries des poudres ;
  - (b) mise en place du mélange de poudres obtenu à l'étape précédente (a) dans un moule de forme homothétique à la forme de l'élément compact à obtenir
  - (c) chauffage de l'ensemble obtenu à l'étape précédente (b) dans un four sous vide, à une température comprise entre 1000°C et 1300°C, pendant une durée comprise entre quelques minutes et 1 heure.
8. Procédé de rechargement d'au moins une surface de pièce en aluminure de titane, utilisant un élément compact obtenu suivant la revendication 7 et caractérisé en ce que ledit élément compact est mis en place puis fixé sur la surface à recharger par tout moyen connu en soi et ensuite l'ensemble est chauffé dans un four sous vide, à une température comprise entre 1000°C et 1300°C pendant une durée comprise entre quelques minutes et 6 heures.
9. Procédé d'assemblage par brasage-diffusion de pièces en aluminure de titane selon la revendication 1 caractérisé en ce que la poudre A présente une composition en pourcentages atomiques de Al 46 à 50, Cr2, Nb2, et Ti pour le reste et la poudre B présente une composition en pourcentages pondéraux de Cu 10 à 15, Ni 10 à 15 et Ti pour le reste.
10. Procédé d'assemblage par brasage-diffusion de pièces en aluminure de titane selon la revendication 1 caractérisé en ce que la poudre A présente une composition en pourcentages atomiques de Al 46 à 50, Cr2, Nb2 et Ti pour le reste et la poudre B présente une composition en pourcentages pondéraux de Ti30 et Cu pour le reste.
11. Procédé d'assemblage par brasage-diffusion de pièces en aluminure de titane selon l'une quelconque des revendications 1, 9 et 10 caractérisé en ce que les poudres A et B ont une granulométrie inférieure à 63µm.
12. Procédé d'assemblage par brasage-diffusion de pièces en aluminure de titane selon l'une quelconque des revendications 1, 9 et 10 caractérisé en ce que les poudres A et B ont une granulométrie inférieure à 150µm.
13. Procédé de réalisation d'une réparation par brasage-diffusion d'une pièce en aluminure de titane selon la revendication 2 caractérisé en ce que la poudre A présente une composition en pourcentages atomiques de Al 46 à 50, Cr2, Nb2, et Ti pour le reste et la poudre B présente une composition en pourcentages pondéraux de Cu 10 à 15, Ni 10 à 15 et Ti pour le reste.
14. Procédé de réalisation d'une réparation par brasage-diffusion d'une pièce en aluminure de titane selon la revendication 2 caractérisé en ce que la poudre A présente une composition en pourcentages atomiques de Al 46 à 50, Cr2, Nb2 et Ti pour le reste et la poudre B présente une composition en pourcentages pondéraux de Ti30 et Cu pour le reste.
15. Procédé de réalisation d'une réparation par brasage-diffusion d'une pièce en aluminure de titane selon les revendications 2, 13 et 14, en ce que les poudres A et B ont une granulométrie inférieure à 63µm.
16. Procédé de réalisation d'une réparation par brasage-diffusion d'une pièce en aluminure de titane selon les revendications 2, 13 et 14, en ce que les poudres A et B ont une granulométrie inférieure à 150µm.

17. Procédé de rechargement d'au moins une surface de pièce en aluminure de titane selon l'une quelconque des revendications 3 à 6 et 8 caractérisé en ce que la poudre A présente une composition en pourcentages atomiques de Al 56 à 50, Cr2, Nb2, et Ti pour le reste et la poudre B présente une composition en pourcentages pondéraux de Cu 10 à 15, Ni 10 à 15 et Ti pour le reste. 5
18. Procédé de rechargement d'au moins une surface de pièce en aluminure de titane selon l'une quelconque des revendications 3 à 6 et 8 caractérisé en ce que la poudre A présente une composition en pourcentages atomiques de Al 46 à 50, Cr2, Nb2 et Ti pour le reste et la poudre B présente une composition en pourcentages pondéraux de Ti30 et Cu pour le reste. 10 15
19. Procédé de rechargement d'au moins une surface de pièce en aluminure de titane selon l'une quelconque des revendications 3 à 6 et 8, 17 et 18, caractérisé en ce que les poudres A et B ont une granulométrie inférieure à 63µm. 20
20. Procédé de rechargement d'au moins une surface de pièce en aluminure de titane selon l'une quelconque des revendications 3 à 6 et 8, 17 et 18, caractérisé en ce que les poudres A et B ont une granulométrie inférieure à 150µm. 25 30

30

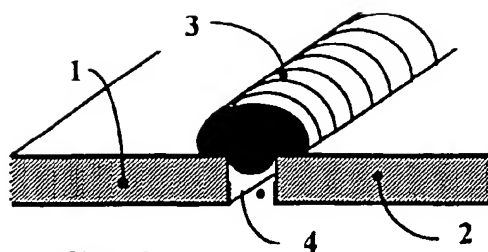
35

40

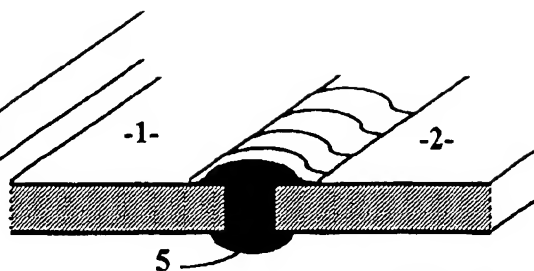
45

50

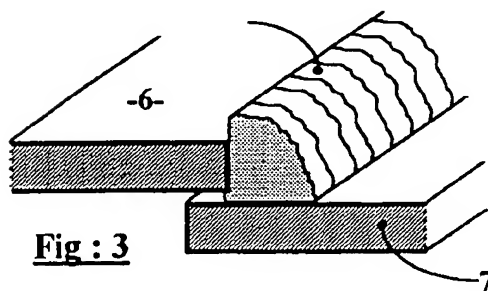
55



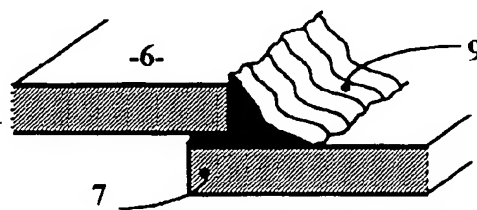
**Fig : 1**



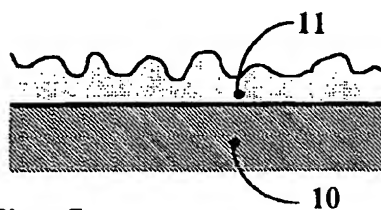
**Fig : 2**



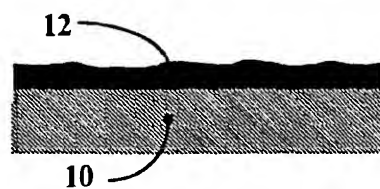
**Fig : 3**



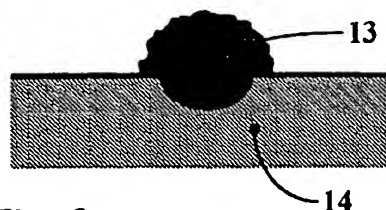
**Fig : 4**



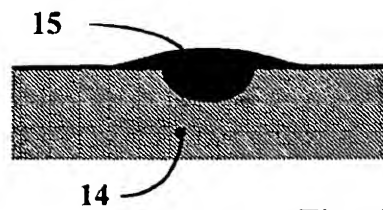
**Fig : 5**



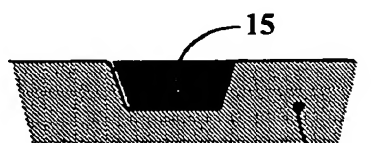
**Fig : 6**



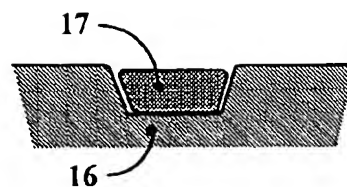
**Fig : 8**



**Fig : 9**



**Fig : 10**



**Fig : 11**



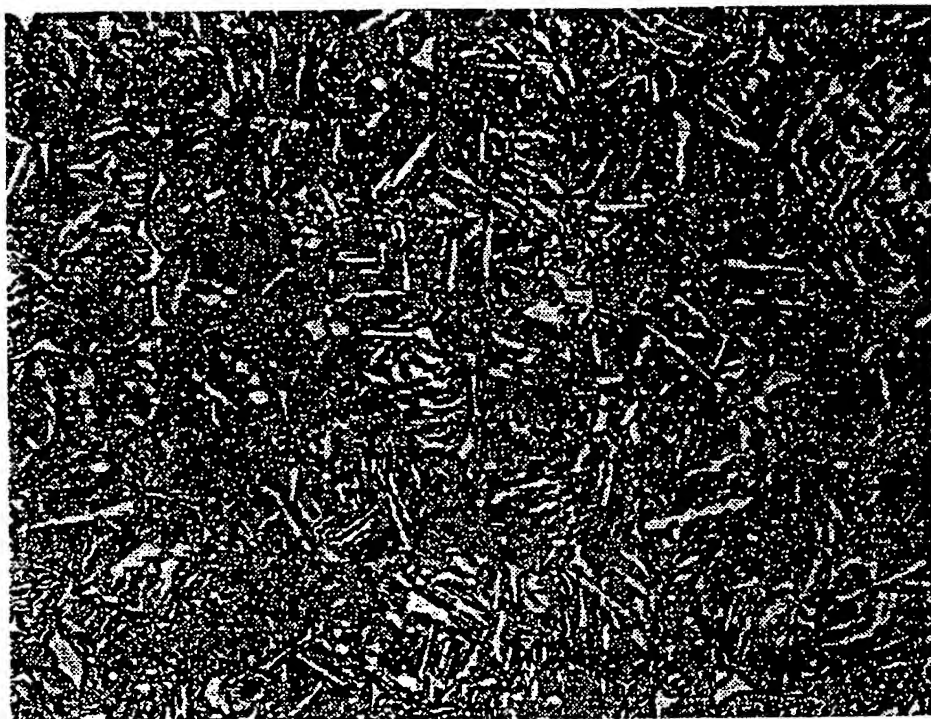


Fig : 7

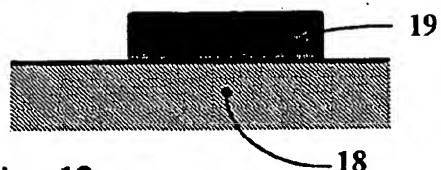


Fig : 12

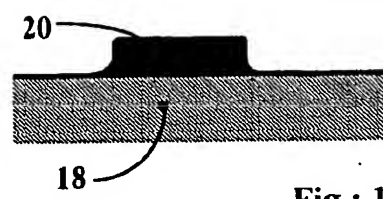


Fig : 13



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 98 40 2289

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.6)
A	US 5 318 214 A (LUCAS JR. ET AL.) 7 juin 1994 * colonne 2, alinéa 3 - colonne 3, alinéa 1; figure *	1,7,9,10	B23K1/00
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 679 (M-1728), 21 décembre 1994 & JP 06 269931 A (VACUUM METALLURGICAL CO LTD), 27 septembre 1994 * abrégé *	1,8	
A	FR 2 370 545 A (S.N.E.C.M.A.) 9 juin 1978 * page 4, ligne 15 - ligne 18; revendication 1 *	1,7,8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.6)
			B23K
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>3 décembre 1998</b>	Examineur <b>Herbreteau, D</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 00.02 (P04C02)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED TEXT OR DRAWING~~
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**